

Système spatiaux et satellites Programme Pioneer

Ziane Rayan Feat Maiga Baba El hadj

Sommaire

I)Introduction

II)Programme Pioneer

III)Les sondes Pioneer 10 et 11

IV)Chronologie du voyage

V)Résultats scientifiques

VI)Conclusion

Bibliographie

I) Introduction

En 1957 , l'URSS met en orbite le premier satellite "Spoutnik" . Dans le cadre de la guerre froide entre cette nation et les États unis d'Amérique , ces derniers se doivent de surenchérir . Pour cela l'armée de l'air américaine propose un programme d'exploration du système solaire .

De là naît l'idée du "Planetary Grand Tour" .

Planetary Grand tour

Le projet était de visiter le système solaire avec une seule sonde . Pour cela une configuration très spéciale des planètes est requise , avec l'aide de la gravitation , une fois tout les 176 ans une unique sonde peut faire le voyage .

Mais avant de lancer une sonde dans l'inconnu , il fallait d'abord étudier 'l'espace' .

II) Programme Pioneer

Les premières sondes avaient pour but de se familiariser avec les lancements de sondes et d'étudier le domaine spatial proche de la terre .

Survole de la Lune 1958-1960

Pioneer 0 : (également appelé Thor-Able 1 en raison de son lanceur) : première sonde lancée en direction de la lune et qui avait pour objectif de s'y satelliser . La sonde fut détruite au lancement .

Pioneer 1 : Premier lancement réussi d'une sonde interplanétaire , même objectifs que son prédécesseur . Cette sonde ne put atteindre l'orbite visée . Néanmoins quelques données scientifiques purent être collectées par ses instruments durant son séjour dans l'espace notamment sur la forme des ceintures de radiations entourant la Terre, les flux de particules ionisées, les oscillations du champ magnétique terrestre, le champ magnétique interplanétaire ainsi que la densité des micrométéorites.

Pioneer 2 : Mêmes objectifs . Restra 43h dans l'espace et retombera sur Terre .

Exploration du milieu interplanétaire 1965-1969

Après les premières missions en direction de la Lune , la NASA se propose d'étudier le milieu interplanétaire afin de ne pas avoir trop de mauvaise surprise lors du programme Apollo. Cinq petites sondes sont alors lancées pour étudier la météorologie spatiale . (Pioneer 6 7 8 9)

L'exploration du système externe 1972-1973

La NASA pouvait profiter d'une fenêtre de lancement exceptionnelle pour visiter tout le système en une seule fois , mais par manque d'argent , la NASA s'est repliée sur les sondes Pioneer F et G (renommées 10 et 11 par la suite) pour aller visiter Jupiter et Saturne .

III) Pioneer 10 et 11

Ces deux sondes avaient pour objectifs d'aller visiter les deux plus grosse planète gazeuse de notre système solaire , à savoir Jupiter et Saturne.

Le but était d'étudier la composition des planètes et de leurs satellites , d'étudier le vent cosmique dans leurs voisinage , mais surtout de savoir si le passage par la ceinture d'astéroïde était faisable sans risque .

Avant le lancement de ces sondes , nous avons découvert qu'une onde radio de 22,2Mhz provenait de Jupiter , sa structure restait néanmoins complexe (période , fréquence , polarisation). Nous savions aussi que la magnétosphère de Jupiter était très dense mais nous ne l'avions pas encore étudié .

Le lancement des sondes Pioneer devait apporter la réponse à certaines de ces questions mais aussi répondre à d'autres :

_ quelle est vraiment sa taille ? Sa masse?

_ Comment réagit le vent solaire avec la magnétosphère

_ y a t'il des ions piégés dans la ceinture de radiations? Comment sont ils transportés et perdus?

_ quel est l'effet des satellites sur ces particules? Et l'inverse ?

_ Est ce que la ceinture de radiation est stable ?

Caractéristiques des sondes

Les 2 sondes jumelles mesuraient 2,9m en longueur pour 2,7 m en largeur , pour un total de 270kg.

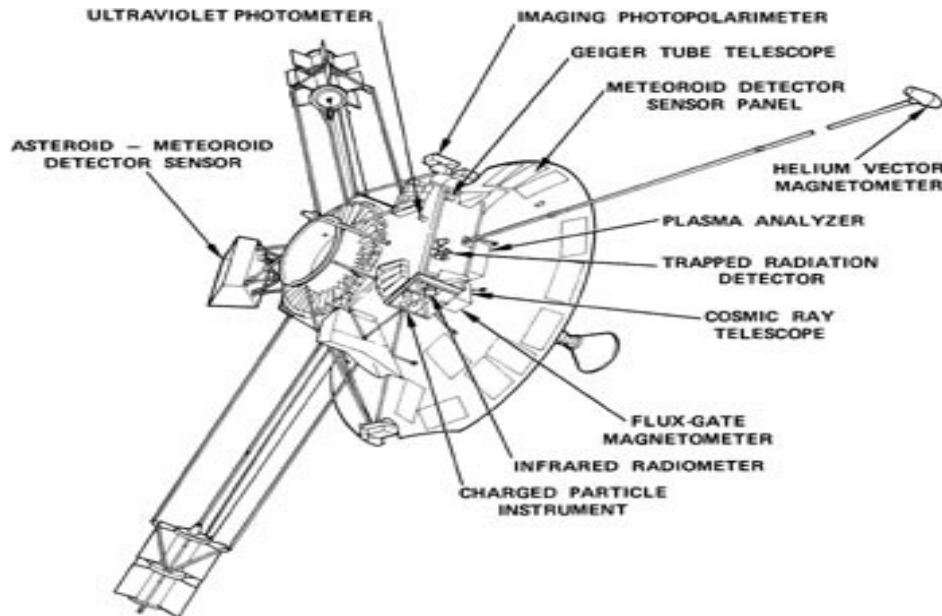
La génération de puissance des Pioneer est faite à partir de 4 SNAP-19, générateurs thermoélectriques à radio-isotope (RTG) délivrant chacun 40 W, soit 160 W au total, au lancement, ces générateurs transforment la chaleur produite par la désintégration du plutonium 238 radioactif en électricité pour l'utilisation des instruments de la sonde . Malgré le faible rendement de ces générateurs (10%) , ils représentaient la seule solution possible pour générer de la puissance dans ces sondes à long termes (durée de vie estimé à 92 ans , cela sans compter les défauts sur les jonctions qui provoqueront l'arrêt de fonctionnement de la sonde) , car les panneaux solaires sont inutiles dans le système solaire externe le Soleil est beaucoup trop loin) et les batteries n'alimenteraient la sonde que pendant un certain temps.

Pour envoyer les informations nécessaires sur Terre la sonde devait conservé son antenne en direction de la Terre , un système automatique permet de garder l'axe de rotation en direction de notre planète , l'angle peut se déplacé de presque 2 degrés à cause de l'ellipse terrestre . Mais un autre système de 6 petites fusée 'Rocket thruster' permettait de maintenir les rotations de la sonde dans l'espace .

Il y a 3 senseurs de référence pour guider les 2 sondes à travers l'espace interplanétaire :

- 1 senseur pour l'étoile Canopus. C'est une géante appelée alpha Carinae, elle est la seconde étoile la plus brillante après Sirius. Visible dans l'hémisphère Sud . Elle se situe à 326 al selon les données d'Hipparcos.

- et 2 senseurs pour le Soleil dont la direction par rapport à Canopus est bien connue.



Instruments

Les instruments emportés pour réaliser ces expériences furent :

- _un magnétomètre : appareil qui permet de mesurer l'aimantation ou le champ magnétique d'un dispositif .
- _un analyseur de plasma : permet d'étudier les atomes détectés par spectrométrie .
- _un détecteur de particules : utilisé pour détecter les particules présentes dans les rayons cosmiques .
- _des télescopes spécialisés dans la détection de lumière solaire se réfléchissant sur des météorites qui passent près de la sonde.
- _des cellules pressurisées et scellées remplies d'argon et de nitrogène qui permettent de mesurer la pénétration des météorites.
- _un photomètre UV : permet de mesurer les grandeurs lumineuses , chargé de déterminer les quantités d'hydrogène et d'hélium présent au voisinage de Jupiter et Saturne
- _un radiomètre infra-rouge : instrument permettant de mesurer l'intensité du flux de rayonnement électromagnétique dans le domaine de l'infra-rouge ; et ainsi déterminer la température des nuages de Jupiter et la chaleur dégagée.
- _un photo-polarimètre: appareil exploitant la rotation de la sonde pour prendre des photos .

Lanceur Atlas-centaure D

Pour propulser la sonde et vaincre la gravité terrestre , la NASA a opté pour un lanceur Atlas.

Il s'agit d'une fusée Atlas à laquelle on ajoute :

- _un étage "Agena" utilisant des carburants hypergoliques(acide nitrique fumant rouge)

_un autre étage "Centaure " utilisant de l'oxygène et de l'hydrogène liquide . Grâce à l'ajout de cet étage le lanceur peut désormais propulser des charges 4 fois plus lourdes qu'avant.
_un troisième étage à propergol solide pour permettre la rotation de la sonde au lancement .

Hauteur : 35,50m

Masse au décollage : 136,7 t

masse à sec : 9,26 t

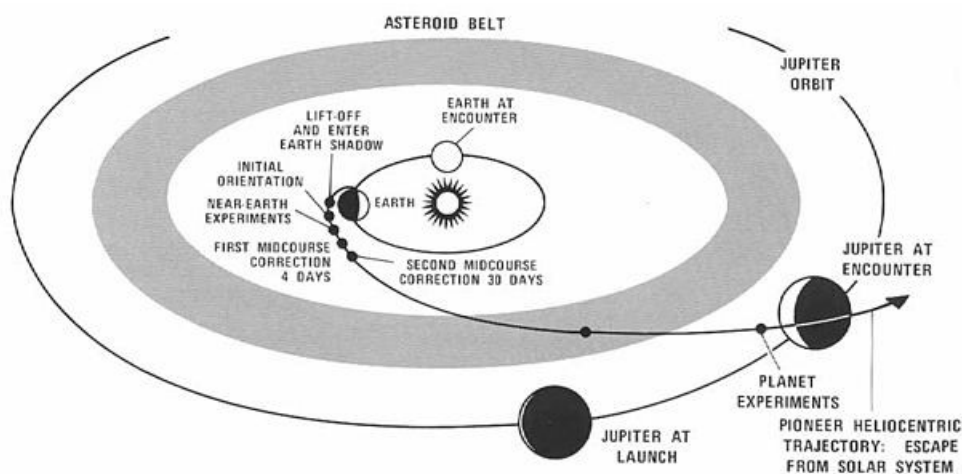
Poussée au décollage : 1596 kN

Ce lanceur éjecte la sonde Pioneer 10 à 14,3km/h.

Assistance gravitationnelle

L'assistance gravitationnelle est l'utilisation de l'attraction d'un corps céleste pour modifier la direction et la vitesse de la trajectoire d'une sonde spatiale . A l'approche d'une planète les sondes sont accélérées et "volent " une partie (très négligeable pour la planète) de sa quantité de mouvement .

Ainsi la sonde Pioneer 11 a pu se diriger vers Saturne après son passage près de Jupiter , l'attraction de la planète géante accéléra la sonde jusqu'à 173 000 km/h pour la dévier vers Saturne .



Anomalie Pioneer

Quelques années après le lancement , les scientifiques de la NASA ont remarqué que les sondes se déplaçaient moins vite que prévu , la décélération est très faible (de l'ordre du nm/s^2) .

Cette anomalie baptisée " anomalie Pioneer " fait l'objet de nombreuses études et spéculations ; les physiciens les plus braves ont même déclaré que les lois de la mécanique céleste était fausse ; d'autres ont avancé un effet de la matière noire ...

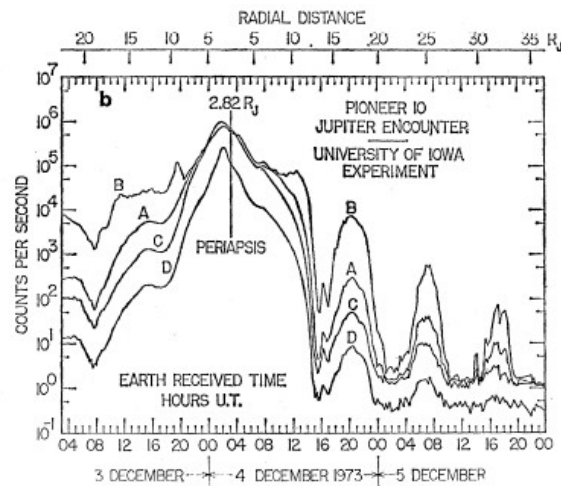
La théorie retenue été l'une des premières formulées (qui avait été refusé au début) , on pense que cette décélération est due à une fuite du plutonium en raison de certaines jonctions thermiques défailante . Cette fuite est isotrope dans l'espace mais une partie est bloqué par l'antenne ce qui produit une décélération en direction de la Terre .

IV)Chronologie

- _3 mars 1972 : lancement de Pioneer 10
- _Juin 1972 : La sonde Pioneer 10 croise l'orbite de Mars
- _15 juillet 1972 : Pioneer 10 entre dans la ceinture d'astéroïde
- _5 Avril 1973 : Lancement de Pioneer 11 .
- _Novembre 1973 : Pioneer 10 est à 25millions de km de Jupiter et envoie près de 500 images
- _3 décembre 1973 : Jupiter est atteinte par Pioneer 10 (150 000 km) et envoie des images de Jupiter.
- _Janvier 1974 : La sonde Pioneer 10 s'est éloigné de Jupiter et l'étude de celle ci prend fin .
- _2 décembre 1974 : Pioneer 11 envoie des images de Jupiter , notamment des photos de la grande tache rouge de la planète et détermina la masse de son satellite Callisto
- _1er Septembre 1979 : Pioneer 11 atteint Saturne et passe à 22 000 Km du sommet des nuages ; découvrit deux nouveaux satellites et un anneau jusque là inconnus et établit que la température sur Titan était vraisemblablement trop froide pour permettre le développement de la vie (malgré la présence de méthane et de molécules organiques)
- _13 juin 1983 : Pioneer 10 dépasse l'orbite de Neptune , qui est à ce moment la planète la plus éloignée du soleil (du fait de la forte excentricité de Pluton)
- _Février 1985 : Pioneer 11 commence à manquer de puissance , les instruments marchent désormais à tour de rôle.
- _Septembre 1995 : Dernier contact avec Pioneer 11 qui continue en direction de la constellation de l'aigle à 12km/s.
- _31 Mars 1997 : Fin officiel de la mission Pioneer
- _17 février 1998 : La sonde Voyager devient la sonde la plus éloignée du soleil à 69,420 Ua dépassant ainsi Pioneer 10 (69,419 Ua)
- _2 mars 2002 : Réception réussie de télémesure , 39 minutes de données sont reçues depuis une
- _22 avril 2002 : dernière réception réussie de télémesure (33 min de données) à une distance de 80,22 Ua
- _3 janvier 2003 : perte de communications en raison d'un problème électrique.
- _7 Février 2003 /4Mars 2006 : Tentative infructueuses de contact avec Pioneer 10
- _9 septembre 2012 : La sonde est à 107 Ua de la terre .

V)Résultat des missions

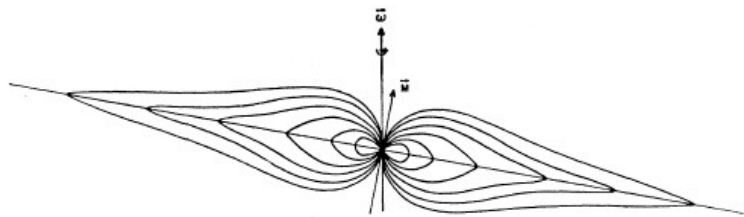
Le premier résultat qui nous est parvenu est que Jupiter (comme le Soleil) dégage un excès de chaleur .



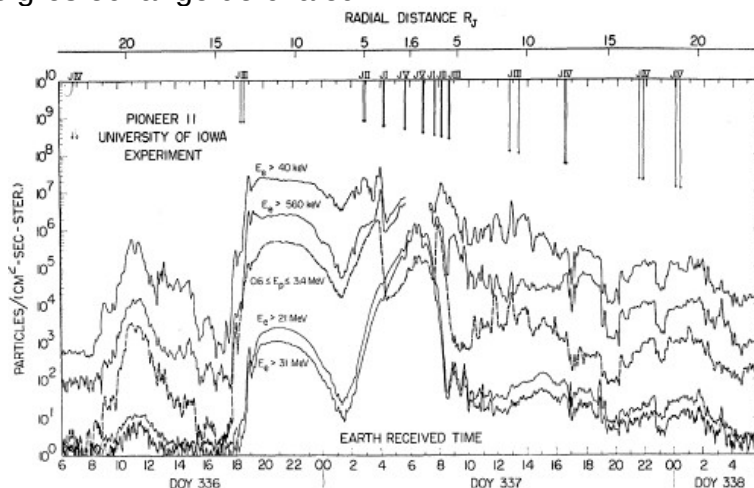
A l'approche de Jupiter les radiations sont très intenses.

Jupiter possède une magnétosphère énorme, l'axe magnétique est décalé par rapport à l'axe de rotation de 9 degrés et le pôle nord magnétique correspond au nord de l'hémisphère.

Au niveau de l'équateur la magnétosphère s'étire énormément et la rotation de ces lignes de champs s'étend sur la magnétopause.



La présence de particules à hautes énergies dans la magnétosphère externe implique des réactions avec des gros échange de chaleur.



Les radiations de Jupiter sont extrêmement intense mais nos sondes spatiales peuvent y survivre.

Autres résultats significatifs qui n'impliquent pas la magnétosphère (parce que trop de magnétosphère tue la magnétosphère :)) :

Grâce aux programmes Pioneer on sait désormais que le passage par la ceinture d'astéroïde est loin d'être insurmontable (bien au contraire).

_Les missions spatiales peuvent nous apprendre beaucoup plus de choses que ce qu'on pouvait prédire ; nous obtenons plus de résultats que l'objectif final de la mission .

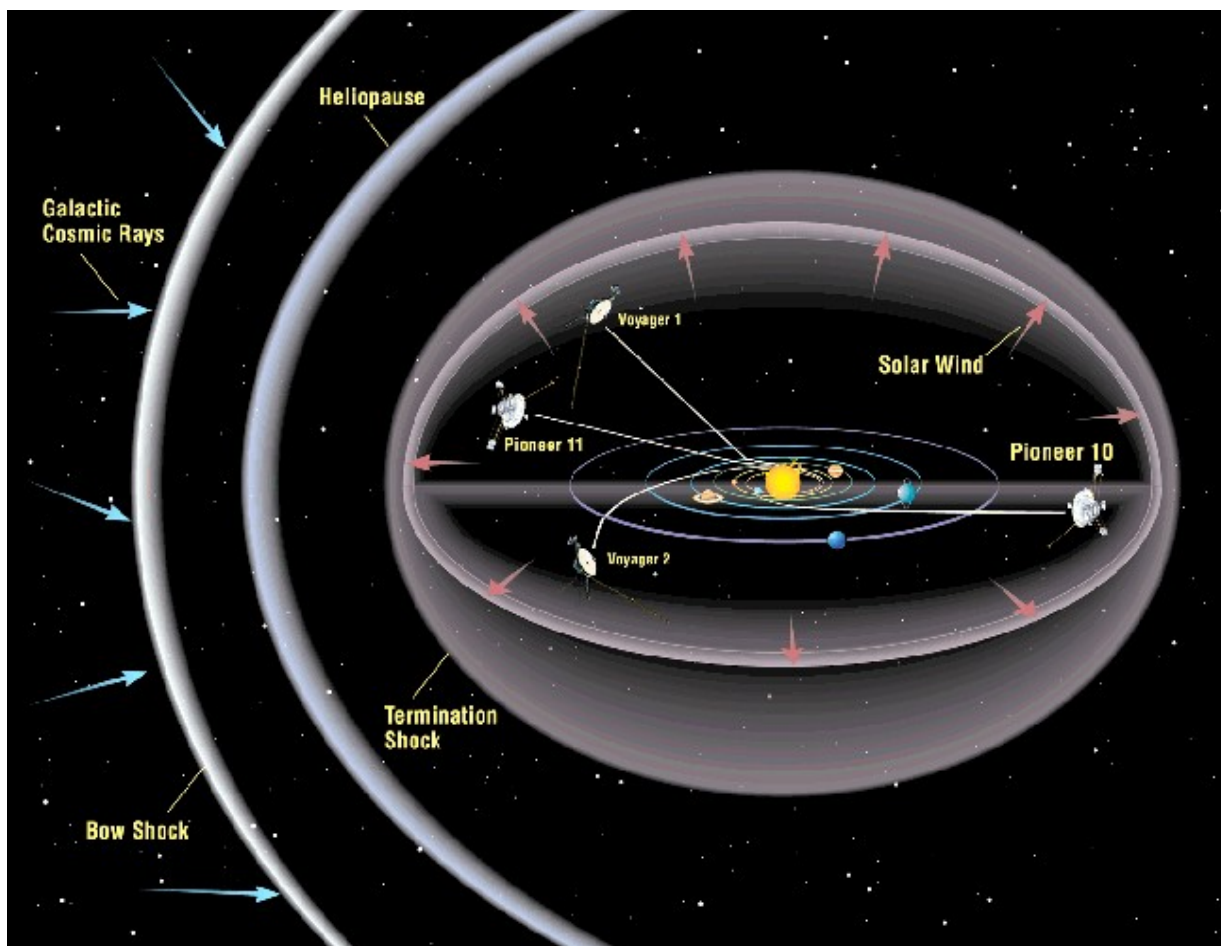
VI) Conclusion

Voyage interstellaire

Pioneer 10 est à 90 Ua du soleil dans la ceinture de Kuiper (ceinture d'astéroïde qui s'étend jusqu'à 100 ua) . Dans 20 000 ans la sonde atteindra le nuage de Oort mais jusqu'à 1,5 parsec elle restera sous l'influence de la gravitation du soleil .

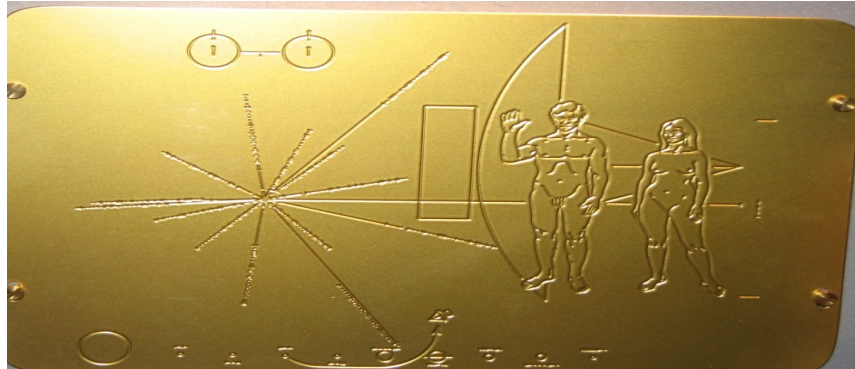
Pioneer 10 se dirige vers la constellation du Taureau et l'étoile Aldebaran , tandis que Pioneer 11 fait son petit bonhomme de chemin en direction de la constellation de l'aigle . Toutes les dégradations , causées par corrosion et érosion , que les sondes ont endurées , sont probablement en excès maintenant . La ceinture d'astéroïdes et les conditions sévères de Jupiter avaient déjà éprouvé les sondes ; et aujourd'hui elles sont dans le vide spatiale .

Ces sondes seront probablement présente lorsque le soleil sera en fin de vie dans 5 milliards d'années , voilà pourquoi la NASA a envoyé un message avec ces sondes.



Pioneer : Une bouteille dans l'océan cosmique

Avec la Sonde , une plaque en or sur laquelle il y a une image de deux êtres humains ainsi que la positions de la terre par rapport à 14 pulsar , a été envoyé dans l'espoir d'être récupérer par "les petits bonhommes verts " .



On a préparé le café on n'attend plus que vous !

Bibliographie

http://www-pw.physics.uiowa.edu/van90/Thomsen_lecture.pdf

http://solarsystem.nasa.gov/missions/profile.cfm?MCode=Pioneer_10

http://fr.wikipedia.org/wiki/Pioneer_10

http://jcboulay.free.fr/astro/sommaire/astronautique/pioneer/page_anomalie.htm

<http://space.jpl.nasa.gov/msl/QuickLooks/pioneer10QL.html>